

小動物臨床教育におけるバーチャルリアリティ教材の 開発及び導入の試み

高木 哲^{1)†} 藤田良治²⁾ 藤田幸弘¹⁾ 青木卓磨¹⁾ 齋藤弥代子¹⁾
石原章和¹⁾ 金井詠一¹⁾ 藤井洋子¹⁾

1) 麻布大学獣医学部 (〒252-5201 相模原市中央区淵野辺 1-17-71)

2) 愛知淑徳大学創造表現学部 (〒480-1197 長久手市片平 2-9)

(2020年10月15日受付・2020年12月23日受理)

要 約

獣医臨床教育では実験動物の使用を可能な限り削減するため、映像教材や代替モデルが用いられている。本研究ではより現実に近い臨場感を提供するため、バーチャルリアリティ (VR: virtual reality) 教材を作成し、評価した。教材は360度カメラを用いて撮影してVR用ヘッドマウントに装着し、スマートフォンのアプリの専用モードで再生して獣医学部学生が視聴した。アンケートの結果、「とても良い」が78名 (53.1%)、「まあ良い」が51名 (34.7%) で、「あまり良くない」が13名 (8.8%) であった。この結果はオンライン動画教材の評価と近似しており、どちらの教材も同様の評価が多くみられた。生体と代替法を使った実習のそれぞれを希望する学生によるVR教材の評価に有意差は認められなかった。VR教材は、獣医小動物臨床導入教育として学生の関心・意欲を刺激する目的に有用であると考えられた。——キーワード：臨床手技、映像教材、学生実習、外科、バーチャルリアリティ。

-----日獣会誌 74, 249~254 (2021)

近年、国内では欧米水準の獣医学教育国際認証などの臨床教育の充実が重視される一方で、社会的な動物愛護意識の高まりによって、動物実験のみならず獣医臨床実習も近年実験動物の使用をなるべく減らす3Rの原則に従った適切な対応が必要とされている (鍵山直子: 動物愛護管理法における3R原則の明文化と実験動物の適正な飼養保管, 日獣会誌, 63, 395-398 (2010))。これは特に伴侶動物実習において顕著であり、代替教材の利用や臨床実習での置き換えを前提とした共用試験と Student Doctor 制度が導入されている (中山智宏: 一大学動物病院の活動の現状とさらなる発展を目指して (I) — 参加型臨床実習時代の大学動物病院の現状とさらなる発展を目指して, 日獣会誌, 72, 180-185 (2019))。しかし、長くても数カ月程度の参加型臨床実習では十分に経験を積むことができない場合も多く、単純に動物を使わずに実習をするだけでは学習のための機会が奪われてしまう結果となる。さらに全国的な共同獣医学科の設置の流れによって学生数が増

加することに加えてそれぞれの大学で共通した実習教育を実践することも重要な項目となる (久和 茂: 「新しい獣医学教育の方向性と獣医学教育者の責務に関する声明」の公表について, 日獣会誌, 68, 81-85 (2012))。

以上のような背景から、小動物臨床教育における視聴覚教材として、動画教材はこれまでの印刷媒体の教材よりも情報量も多く、直感的に理解しやすい教材として有用であり、多用されている [1]。特に、インターネットの発展や通信環境の整備によって、DVDなどの記録メディアを用いた方法からストリーミング形式 (ダウンロードをせず、インターネット接続しながらの映像視聴) による映像配信が可能となり、非常に多くの情報を容易に手に入れることができるようになっている [1]。しかし一方で、これらの教材では臨場感に欠ける部分があることも否めず、特に外科教育において実体験との間を補完する教材開発も必要と考えられている [2]。

バーチャルリアリティ (VR: virtual reality, 仮想現

† 連絡責任者: 高木 哲 (麻布大学獣医学部小動物外科学研究室)

〒252-5201 相模原市中央区淵野辺 1-17-71

☎ 042-769-2689 FAX 042-850-2456

E-mail: s-takagi@azabu-u.ac.jp

実)はヘッドマウントディスプレイを用いてより現実に近い空間で立体的な映像を見ることができ、没入感を体験することができる。また、VRでは視聴者が自由に視点を変えられることが特徴である。VRは実際の映像やコンピュータグラフィックス(CG: computer graphics)、あるいはその両方を組み合わせて構成されており、倉庫や狭い場所での作業の企業研修、特殊技能の習熟期間短縮などにも用いられている。また、現地に行かなくても観光や住宅見学が体験できるなど多くの利点がある。当然のことながら、この技術は教育関連でも応用されており、医療や介護現場での疑似研修の一環として利用され始めている [2]。

獣医学教育では一部海外の大学で導入が始まっており、低学年の解剖学の授業に採用されていたり、手術の録画映像を見る補助的な教材としての導入が試みられている [3]。2020年の報告で少なくとも米国の4つの大学でVRを使った獣医学教育の可能性について検討が始まっている。しかし国内では著者の知る限り本格的な導入を目指しているものはなく、海外でもまだ数十人規模のデータ1件のみしか公表されてない [2]。そこで、本研究では小動物臨床実習の特に外科教育に用いる試験的なVR教材の作成と学生へのアンケートデータからその導入教育としての評価を試みた。

材料及び方法

供試動物：供試動物として雄と雌のビーグル犬各1頭を用いた。以降の撮影等の実施内容については麻布大学実験動物委員会の認可を得て実施した(動物実験許可番号19507-4)。

映像教材の作成：VR映像の撮影は、360度カメラ(Insta360™ ONE X, Insta360, China)を用いて行った。本機は付属のカメラマウント用のロッドが自動的に映像処理され、完成した映像から消去される。撮影時はカメラをできるだけ関心領域と施術者の間に位置させるよう心掛けた(図1)。撮影した臨床手技は、「気管挿管」、消毒とドレーピングまでの「手術準備」、「去勢手術」の3本とした。

撮影においてそれぞれの手技、使用する消耗品、機材などは実際の診療で用いるものを使用した。各撮影において最低3名から最大6名の獣医師及び動物看護師が出演し、それぞれの手技を実施した。

カメラの起動はスマートフォン(iPhone 11 Pro: Apple Inc., U.S.A.)のInsta360 ONE X用アプリを用いて行い、360度カメラ自体が有するWi-Fi接続機能を利用してカメラに写り込まない撮影者が離れた位置から撮影開始・終了操作を行った。

VR教材(バーチャルリアリティ教材)の供覧：バーチャルリアリティ教材の供覧にはスマートフォン(iPhone



図1 360度カメラを使用した気管挿管の撮影の様子

カメラ(矢印)は常に最も観察したい場所に位置するように設置した。この場合は動物を施術者の間に設置している。カメラ本体を支持する軸(矢頭)は再現された仮想現実世界では映らないよう映像処理される。

8PlusまたはiPhone XR, Apple Inc., U.S.A.)を用いて脱着が容易なハードバンドタイプVRゴーグル(P-VRGSB01BK, エレコム(株), 大阪)に装着して閲覧した。閲覧対象は麻布大学の令和2年度獣医学部獣医学科在籍の5年次学生で、小動物外科実習の一環として参加者147名に実施した。これらの学生の多くは新型コロナウイルス感染拡大によって、動物病院での手術見学や動物を使った手術実習を経験していなかった。各グループを6名ごとに分け、マスク・手袋を装着して使用し、脱着の度に本体をアルコールまたは次亜塩素酸に浸漬した消毒用ペーパータオルを用いて消毒した。実施には簡易な機器の操作マニュアルを用意し、ピントの合わせ方など装着法などについても教員が指導して実施した。映像は前述のアプリを使用してVRモード(スマートフォンの画面を2分割し、VR用の2画面を並列して表示)で再生し、15~25分間視聴した(図2, 3)。

ストーリーミング動画教材(ストーリーミング教材)の供覧：バーチャルリアリティ教材以外の映像教材に関する質問として留置針設置や縫合などの各種臨床手技の動画教材の評価を設問した。これらの映像教材は動画配信サイト(Vimeo, U.S.A.)を利用してストーリーミング再生可能とし、いつでも学生がスマートフォンやパソコンで視聴できる。

映像教材の評価：バーチャルリアリティ教材の閲覧終了後2時間以内に無記名式アンケートを実施した。実習全体に関するアンケートの中で映像教材に関する2設問を実施した。アンケートはいずれも複数回答可で実際の質問は図4のとおりとした。このほか、自由記述欄に

コメントを記載してもらうようにした。

また、今後外科処置を伴う生体を使った実習と非生体材料を使った実習のそれぞれ別のコースを選択できるとしたら、どちらを選択したいかを2択で選択する質問を実施した。

統計解析は χ^2 検定を実施し、有意差水準5%以下を統計学的に有意差ありと判断した。

成 績

映像撮影：VR映像について、「気管挿管」の映像の長さが3分35秒で保存容量が2.1GB、「手術準備」が6分12秒で2.2GB、「去勢手術」が13分1秒で4.6GBであった。映像の撮影についてはカメラ本体に直接触れ



図2 実際の実習風景

椅子に座った状態でバーチャルリアリティ用のゴーグルを装着して、さまざまな方向を見て臨床手技の映像を確認することができる様子がわかる。

ずに、スマートフォンとカメラとをWi-Fi接続して撮影開始・終了操作が可能であった。本機の最高解像度は5.7K（解像度5,760*2,880）である。しかし、特に高解像度ではカメラへwifi経由でのデータ送信が追いつかず撮影が停止してしまうため、4K（3,480*1,920）に解像度を下げて撮影した。また、4Kでもフレームレート（コマ/秒：fps）が50fpsでは5分程度で撮影が自動的に停止した。そのため、気管挿管は50fpsとしたが、その他の比較的長い映像については30fpsとした。

アンケート結果の統計解析：147名全員からアンケートを回収した。バーチャルリアリティ教材に関する質問には142名、ストーリーミング教材に関する質問には140名の回答が得られた。バーチャルリアリティ教材が「とても良い」と答えた学生は78名（53.1%）、「まあ良い」と答えた学生は51名（34.7%）で、「あまり良くない」と答えた学生は13名（8.8%）であった。ストーリーミング教材が「とても良い」と答えた学生は73名（49.7%）、「まあ良い」と答えた学生は65名（44.2%）で、「あまり良くない」と答えた学生は2名（1.4%）であった（表1）。バーチャルリアリティ教材とストーリーミング教材の評価を分析したところ、それぞれの指標には有意な関連が認められた（表2）（ $P<0.01$ ）。

生体を用いた学習の選択に関する質問では、生体を希望する学生が105名（71.4%）、模擬生体が37名（25.2%）、無回答は6名（4.0%）であった。それぞれの希望ごとにバーチャルリアリティ、ストーリーミング教材の評価について解析を行ったが、いずれも有意差は認められなかった（表3）。

自由記述欄ではVR映像の視聴によって酔う、あるいは首が凝る、長時間視聴はつらいなどの視聴自体の苦痛



図3 スマートフォンのバーチャルリアリティモード

スマートフォンのアプリで自動的に二画面に分割され、これをバーチャルリアリティ用のゴーグルに装着することで立体視が可能である。矢印は開口した犬の口腔、矢頭は気管チューブを示す。

1. ストリーミング動画教材について教えてください。(複数回答可、番号に○をつけてください)

① 大変良かった ② まあまあ良かった ③ あまり良くない ④ 全然勉強にならない

⑤ オンラインで十分 ⑥ オンラインの方が良い ⑦ やっぱり対面でやりたい

⑧ オンラインと対面で併用してほしい ⑨ その他、下記に自由記述

[]

2. VR (バーチャルリアリティ) 動画教材について教えてください。(複数回答可、番号に○をつけてください)

① 大変良かった ② まあまあ良かった ③ あまり良くない ④ 全然勉強にならない

⑤ 内容の修正が必要(下記に記載) ⑥ 手技を追加してほしい(下記に記載)

⑦ その他、下記に自由記述

[]

3. 今回の実習ではこのような状況であったため、動物を用いた実習は実施しませんでした。このことについてお伺いします。

*

[1] 動物を使用した実習について今後どのような形式に移行すべきと考えますか？(複数可)

① このまま動物を全く使用しない ② 外科的処置は行わない(麻酔はする)

③ 最低限の外科処置にとどめる(皮膚切開のみ) ④ できるだけ多くの手術を実施する

[2] もしも実習動物を用いた外科実習と模擬生体(あるいは遺体)を使った外科実習の2コースから選択できるとしたら、どちらを選びますか？そしてそれはなぜですか？

① 生体を使った実習を選択する ② 模擬生体を使った実習を選択する

理由(自由記述)

[]

図4 実際に用いたアンケート

本文中「このような状況」(*)とは新型コロナウイルス感染拡大のため、にすべての対面講義実習等が中止となった今年度の状況である。

に関する意見が9件寄せられた。このほか、画面拡大や再生停止など機器の性能や操作に関する要望が7件、VRの必要性を感じないという意見が2件あった。臨場感や手軽に実体験ができる利点、今後の展開を期待する意見は10件だった。

考 察

昨今のウイルス感染対策が必要となる場面を想定すれば、動物を使った対面実習の実施はより困難な状況となり得る。また、動物愛護の観点からもできるだけ使用する動物数は最低限とする必要があり、これらの背景から今回、臨床現場での獣医学教育の疑似体験の一環としてVR映像の利用を試みた。VRにも複数の利用法が知られており、CGを利用したものや、今回われわれが利用したような実際に撮像した現実世界の再現があげられる[4]。より自由度が高いのはCGを利用した方法であるが、特殊な技術と大規模な予算が必要となり、教育効果に対して現実的ではないと判断した。CGでVR教材を作成すれば、コントローラーを用いて気管挿管や留置針

設置などを疑似体験できる可能性はあるが、実際の動物とはかなり印象が変わってしまうため、現時点では理想的ではないと考えられる。今回7割の学生が生体での実習を希望していることから、今回作成した360度カメラ映像を用いたVR教材は、本物での体験前の予習教材として適当だと思われた。

今回の実施で学生の何名かはVR酔いを体験し、酔ったとコメントした4名中3名で「あまり良くない」と低評価につながっている。いわゆるVR酔いはシミュレータ酔いとも言われ、原因の一つとして映像の動きと自分の認識する動きにずれがあることがあげられる[5]。この改善策の一つとして理論上はフレームレートを高くすることが有効だと考えられる。撮影について今回はカメラ本体に触らないことを重視してWi-Fi接続を利用した録画開始・終了を実施した結果、画質やフレームレートを落とさないと途中で本体が停止してしまうため、操作を優先して画質に劣る手段を選択した。現状の機器ではこの問題が回避できないため、撮影方法については映像の時間を短くするか、録画の開始・終了ボタンを直接

表1 各映像教材の評価

	とても良い	まあ良い	良くない
バーチャルリアリティ教材	78 (53.1%)	51 (34.7%)	13 (8.8%)
ストーリーミング教材	73 (49.7%)	65 (44.2%)	2 (1.4%)

いずれの教材においても比較的高い評価が得られた。バーチャルリアリティ教材の方が「あまり良くない」の評価が多くなった。

表2 映像教材の評価ごとの相関

	バーチャルリアリティ教材			
	とても良い	まあ良い	良くない	
ストーリーミング教材	とても良い	57	11	4
	まあ良い	18	37	8
	良くない	0	1	0

一方の教材を「とても良い」あるいは「まあ良い」と評価した場合に他方も同じ評価となっていた。バーチャルリアリティ教材の評価とストーリーミング教材の評価には有意差が認められた ($P<0.01$)。

表3 今後の希望する実習形式と各教材の評価

	バーチャルリアリティ教材				ストーリーミング教材			
	とても良い	まあ良い	良くない	無回答	とても良い	まあ良い	良くない	無回答
生体 (105)	60	37	7	0	55	46	1	3
代替法 (37)	17	13	5	0	16	18	1	2
無回答 (6)	1	1	1	3	2	1	0	3

希望する実習形式と教材の関係についてはほぼ同じ傾向であり、関連が認められなかった。

押すなどしてフレームレートを落とさずに撮影することが必要と考えられた。このほか、首への負担を考慮して視点の大きな上下移動や極端な回転を避けるように考慮して動画を作成する必要がある。さらに、視点移動をストレスなく実施するためには、視点を移動させる前にナレーションで予告・誘導するなどそれぞれの手技のていねいな説明があった方がよいと思われた。

アンケートではバーチャルリアリティ教材はストーリーミング教材と比較して「とても良い」が多く、「まあ良い」が少なく「あまり良くない」が多くなっている。ストーリーミング教材はどちらかというと実技・実際の手技について細かく確認するための自習教材で繰り返し視聴できるのに対して、VR教材は実際の手技について視点移動できることから同時に行われている複数の動作を確認できることに加えて、その没入感や臨場感からこれから行うことが「楽しい」と感じさせるための導入教材としての役割を持つ。このことから、教材に対するある程度好き嫌いが分かれるという嗜好性はあるものの、学生の積極性をより引き出すことができる可能性が示唆された。また、バーチャルリアリティ教材とストーリーミング教材のいずれかを「とても良い」と答えた学生はもう一方の教材も同じ回答をし、「まあ良い」と答えた学生は、もう一方の教材について同じ回答をしている明確に強い傾向があることが分かった。

このストーリーミング教材は今回のようなさまざまな臨床手技の動画を提供しており、導入後これまで最多再生された月で2,410回視聴されている。しかし、この教材の視聴は任意であるため、学生は受け身となって必ずしもすべての学生が利用しているわけではない。何度も見

ている学生は全体の半分ぐらい、つまり「とても良い」と評価している学生だと思われる。一方、VRは対面実習中に強制的に視聴させられているにもかかわらず、半数以上の学生が「とても良い」と回答したことから、この教材が目指す導入教育としての役割を十分に果たしているものと思われた。生体と模擬生体を使った実習の希望の違いによる学生の各映像教材に関する評価には有意差は認められなかった。このことから、いずれの教材についてもどちらを希望する学生にとっても同様に有用であることが示唆された。なお、海外の報告で獣医学部の学生の多くは初めての手術を経験する際に神経質になったり、恐怖やストレスなどのネガティブな感情を持つことが知られており [6, 7]、これらの緊張を軽減できるかについても今後評価していく必要がある。

動画の撮影法以外の問題点として姿勢がつかなくなるなどのコメントもあったが、これはカメラの位置と、概要あるいは要約版として一つ一つのコンテンツの長さを短くすることなどで対応可能と考えられる。さらに、今後5G回線が普及すればこのようなサイズの大きな動画もストーリーミング再生できるようになるため、今回用いたようなヘッドセットは不要となり、眼鏡のような形状の軽量のものに移行できる。また、学生がどの動画のどの部分を重点的に視聴していたかななどの情報も回収できるようになるので、そのデータをさらなる教材開発や教材自体の改善のヒントにつなげることも可能となることが期待できる。

以上の結果を総括すると、VR映像教材作成にはまだ技術的な解決すべき問題点が多いものの、獣医小動物臨床導入教育として学生の関心・意欲を刺激するための教

材としては有用であると考えられた。今後は現在の教材をより洗練されたものとするとともにコンテンツの数を拡充し、VR映像教材視聴を通して実習に対して能動的に取り組む姿勢を引き出すことができるのか、情報量としてストーリーミング映像教材と比較して有益かを評価していく必要がある。

稿を終えるにあたり、教材及びシナリオ作成・編集作業に多大なる貢献をいただいた本学全科研修獣医師である吉田大実氏に心から感謝の意を表す。また、映像の演示に協力いただいた本学動物看護師である友野 悠氏、石橋美花氏、増田智美氏、本学大学院所属 山内章寛氏及び本学全科研修獣医師である村田里穂氏、小島さや氏に深謝する。本研究は文部科学省科研費 (JP18K19256) の助成を受けたものである。

引用文献

- [1] Roshier AL, Foster N, Jones MA : Veterinary students' usage and perception of video teaching resources, *BMC Med Educ*, 11, 1 (2011)
- [2] Bamford R, Coulston J : Effective e-learning in surgical education: the core values underpinning effective e-learning environments and how these may be enhanced for future surgical education, *Ecancermedicalscience*, 10, ed53 (2016), (online), (<http://10.3332/ecancer.2016.ed53>), (accessed 2020-10-04)
- [3] Hunt JA, Heydenburg M, Anderson SL, Thompson RR : Does virtual reality training improve veterinary students' first canine surgical performance?, *Vet Rec*, 186, 562 (2020)
- [4] Chen CJ : Theoretical bases for using virtual reality in education, *Themes in Science and Technology Education*, 2, 71-90 (2009)
- [5] Kim HK, Park J, Choi Y, Choe M : Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment, *Appl Ergon*, 69, 66-73 (2018)
- [6] Langebæk R, Eika B, Tanggaard L, Jensen AL, Berendt M : Emotions in veterinary surgical students: a qualitative study, *J Vet Med Educ*, 39, 312-321 (2012)
- [7] Langebæk R, Eika B, Jensen AL, Tanggaard L, Toft N, Berendt M : Anxiety in veterinary surgical students: a quantitative study, *J Vet Med Educ*, 39, 331-340 (2012)

Development of Educational Virtual Reality Teaching Materials in Small Animal Practice for Veterinary Students

Satoshi TAKAGI^{1)†}, Yoshiharu FUJITA²⁾, Yukihiko FUJITA¹⁾, Takuma AOKI¹⁾, Miyoko SAITOH¹⁾, Akikazu ISHIHARA¹⁾, Eiichi KANAI¹⁾ and Yoko FUJII¹⁾

1) *Azabu University, School of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Medicine, 1-17-71 Fuchinobe, Chuo-ku, Sagamihara, 252-5201, Japan*

2) *Aichi Shukutoku University, Faculty of Creation and Representation, 2-9 Katahira, Nagakute, 480-1197, Japan*

SUMMARY

Veterinary clinical education requires learning a variety of techniques, but unnecessary use of laboratory animals should be avoided as much as possible. Therefore, videos and alternative non-living animal models have been used; however, in order to provide a more realistic feeling in practice, virtual reality (VR) materials were created and evaluated. The teaching materials were filmed with a 360-degree camera, played back in a specific mode using a smartphone application on a VR head mount, and viewed by veterinary students. As a result of the survey, 142 students reviewed the VR materials, with 78 students (53.1%) responding "very good", 51 students (34.7%) responding "good", and 13 students (8.8%) responding "not good". These results were similar to those of the online video materials, with many students rating both materials similarly. There was no significant difference in the evaluation of VR teaching materials by students who wished to practice using live animals and alternative models. In summary, VR teaching materials were considered useful to stimulate students' interest and motivation as an introduction to small animal clinical education.

— Key words : clinical skill, educational video, student practice, surgery, virtual reality (VR).

† Correspondence to : Satoshi TAKAGI (Azabu University, School of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Medicine, Laboratory of Small Animal Surgery)
1-17-71 Fuchinobe, Chuo-ku, Sagamihara, 252-5201, Japan
TEL 042-769-2689 FAX 042-850-2456 E-mail : s-takagi@azabu-u.ac.jp

— *J. Jpn. Vet. Med. Assoc.*, 74, 249 ~ 254 (2021)